

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-258544

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 27/09

G 0 2 B 27/00

E

13/00

13/00

13/18

13/18

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-57003

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月9日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 田和 文博

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 長谷川 信也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

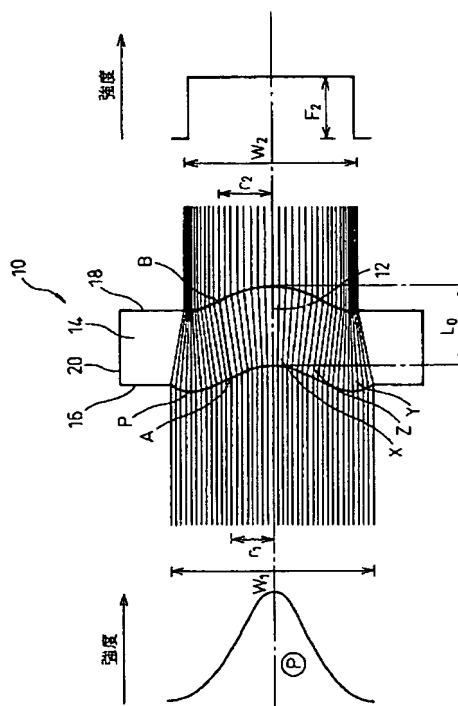
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 光強度変換素子及び光学装置及び光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 光強度変換素子及びそのような光強度変換素子を用いた光学装置及び光ディスク装置に関し、簡単な構成で、薄型で、光強度分布を変換して出射することができるようにすることを目的とする。

【解決手段】 中心軸線12と、該中心軸線に対して横方向に延びる第1の曲面表面16と、該中心軸線に対して横方向に延びる第2の曲面表面18と、該第1の曲面表面と該第2の曲面表面との間に延びる外周面20とを有するボディ14を備え、該第1の曲面表面から入射した入射光が、該第1の曲面表面から該ボディに入射するときの屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第2の曲面表面から出射するようにした構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディを備え、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射するときの屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するようにしたことを特徴とする光強度変換素子。

【請求項 2】 該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該ボディ内の該中心軸線のまわりの中心領域においては発散し、該ボディ内の周辺領域においては収束するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 3】 該第 1 及び第 2 の曲面表面において、傾きが増大から減少又は減少から増大に転じる点の傾き量と最周辺部の傾き量の符号が互いに逆で絶対値がほぼ同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 4】 該ボディの厚さが入射光に対する出射光の波面収差の RMS 値が  $0.07\lambda$  以下にする厚さであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 5】 該ボディの微小領域を通過する光に関して、該ボディに入射する光角度と出射する角度とが同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 6】 光軸から任意の距離 ( $r_1$ ) にある入射点 (A) を通る光線が出射する出射点 (B) の光軸からの距離 ( $r_2$ ) を、光軸から前記任意の距離 ( $r_1$ ) までの範囲にある入射側の光量  $P_1$  を入射光の全光量を出射光の所定の面積で割って得た強度  $I$  で割ることで求め、そして、入射点 (A) と出射点 (B) の直線距離 ( $L$ ) を仮に与えることで、入射点 (A) を通る光線の偏向方向を決め、屈折の法則から入射点 (A) と出射点 (B) 点を通る面の傾きを決め、こうして決めた入射点 (A) と出射点 (B) 点を通る面の傾きを該中心軸線からの半径方向の距離で積分することで入射側と出射側の曲面を決め、次に入射側の曲面と各任意の距離 ( $r_1$ ) での偏向方向と仮に決めた距離 ( $L$ ) より出射側の曲面を求め、積分による出射側の曲面と入射面から求めた出射側の曲面が一致するように各任意の距離 ( $r_1$ ) 毎の距離 ( $L$ ) を変更し、再度入出射面の傾きを求め直すことを繰り返し、距離 ( $L$ ) を収束させる、該ボディの第 1 及び第 2 の曲面表面の形状が以上のようにして決定されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 7】 光源と、コリメートレンズと、光強度変換素子と、対物レンズとを備え、該光強度変換素子は、

中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディを備え、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射するときの屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するようにしたものであり、コリメートレンズと光強度変換素子とを一体化することで、可動対物レンズの光軸ずれによる収束性を補償することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 8】 光源と、コリメートレンズと、光強度変換素子と、ビームスプリッタと、対物レンズとを備え、該光強度変換素子は、中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディを備え、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射するときの屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するようにしたものであり、ビームスプリッタとコリメートレンズの間に光強度変換素子を配置することを特徴とする光ディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は入射光の光強度分布を変換して出射することのできる光強度変換素子及びそのような光強度変換素子を用いた光学装置及び光ディスク装置に関する。本発明は、光軸に垂直な方向に光強度分布をもつレーザ光を、所定開口内で波面強度が均一なレーザ光に変換し、且つ透過波面収差 (RMS) を  $0.07\lambda$  以下にすることで、各種分野におけるレーザ光処理系、顕微鏡型光学系、情報記録媒体光学系においてビーム径とビーム形状の改善をすることが出来る光学素子を提供するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来ビーム強度分布を変更する方法として、回折効率を場所毎に変えた回折格子や、強度分布と反比例の関係にある透過分布をもつ濃度フィルタや、ビーム強度分布が小さい領域を取り出すためにスリットなどが用いられてきた。また、ハーフミラーなどでレーザ光を重ね合わせたり、回折格子などで 2 次光源を発生させる方法、プリズムなどの屈折で内側と外側で強度分布を入れ換える方法、ズームレンズで焦点ボケを利用する方法など多くの方法が提案されている。

【0003】 例えば特開平 3-75612 号公報及び特開平 3-92815 号公報は、それぞれが 2 枚のレンズ

により構成された第 1 群及び第 2 群のレンズを用いて、ガウス型強度分布をもつ入射光をほぼ均一な強度分布として出射させることを開示している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した回折格子や、濃度フィルタや、スリットなどの方法では、原理上光利用効率を 100 パーセントにすることができず、必ず光量損がある。またレーザの重ね合わせ方法や、2 次光源を発生させる方法では、波面収差が発生し、回折限界まで絞ることができない。

【0005】 また、屈折を用いる方法でも、内側と外側で光線光路を交差させているため、光線光路長が異なり、波面収差が発生してしまう。またズームレンズを利用する方法では波面収差を大きくすることで強度を均一にしている。また、特開平 3-75612 号公報及び特開平 3-92815 号公報に記載された従来技術では、最低 4 個のレンズを用い、しかもズームングを行っている。

【0006】 従って、これまではビームスポット径を絞ることより、ビームスポットの強度分布を一定にすることに重点があった。そのためレーザ加工機などのような数  $\mu\text{m}$  程度のスポット径でよく光量損失も問題にならないものでは上記方法が利用できた。しかし、出力が弱い光源を用いた情報記録媒体の読取り光学系などでは、波面収差と光利用効率から利用できなかった。

【0007】 本発明の目的は、簡単な構成で、薄型で、光強度分布を変換して出射することのできる光強度変換素子及びそのような光強度変換素子を用いた光学装置及び光ディスク装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明による光強度変換素子は、中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディを備え、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射するときの屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するようにしたことを特徴とするものである。

【0009】 この光強度変換素子はかなり薄い単体のボディで形成されることができ、しかも入射光の光強度分布を均一な光強度分布に確実に変換することができるものである。好ましくは、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該ボディ内の該中心軸線のまわりの中心領域においては発散し、該ボディ内の周辺領域においては収束するようにした。

【0010】 好ましくは、該第 1 及び第 2 の曲面表面において、傾きが増大から減少又は減少から増大に転じる

点の傾き量と最周辺部の傾き量の符号が互いに逆で絶対値がほぼ同じである。好ましくは、該ボディの厚さが入射光に対する出射光の波面収差の RMS 値が 0.07  $\lambda$  以下にする厚さである。

【0011】 好ましくは、光軸から任意の距離 ( $r_1$ ) にある入射点 (A) を通る光線が出射する出射点 (B) の光軸からの距離 ( $r_2$ ) を、光軸から前記任意の距離 ( $r_1$ ) までの範囲にある入射側の光量  $P_1$  を入射光の全光量を出射光の所定の面積で割って得た強度  $I$  で割ることで求め、そして、入射点 (A) と出射点 (B) の直線距離 ( $L$ ) を仮に与えることで、入射点 (A) を通る光線の偏向方向を決め、屈折の法則から入射点 (A) と出射点 (B) 点を通る面の傾きを決め、こうして決めた入射点 (A) と出射点 (B) 点を通る面の傾きを該中心軸線からの半径方向の距離で積分することで入射側と出射側の曲面を決め、次に入射側の曲面と各任意の距離 ( $r_1$ ) での偏向方向と仮に決めた距離 ( $L$ ) より出射側の曲面を求め、積分による出射側の曲面と入射面から求めた出射側の曲面が一致するように各任意の距離 ( $r_1$ ) 毎の距離 ( $L$ ) を変更し、再度入出射面の傾きを求め直すことを繰り返し、距離 ( $L$ ) を収束させる、該ボディの第 1 及び第 2 の曲面表面の形状が以上のようにして決定されたものである。

【0012】 本発明はさらに上記光強度変換素子を用いて構成された光学装置及び光ディスク装置を提供する。

【0013】

【発明の実施の形態】 図 1 及び図 2 は本発明の第 1 実施例の光強度変換素子 10 を示す断面図である。図 1 は光強度変換素子 10 を示す断面図であり、図 2 は光強度変換素子 10 を示す正面図である。さらに、図 1 は光強度変換素子 10 を通る多数の光線の光路を示している。光線の光路から分かるように、光強度変換素子 10 は、ガウス型光強度分布を有する平行光を均一な強度分布を有する平行光に変換する。

【0014】 図 3 は図 1 及び図 2 の光強度変換素子 10 を含む光学装置 50 を示している。この光学装置 50 は、レーザ光源 52 と、コリメートレンズ 54 と、光強度変換素子 10 と、対物レンズ 56 とを備えている。レーザ光源 52 は典型的にガウス型光強度分布を有する発散光を出射する。レーザ光源 52 から放射されたレーザ光は、コリメートレンズ 54 によってガウス型光強度分布を有する平行光になる。ガウス型光強度分布を有する平行光は光強度変換素子 10 によって均一な強度分布を有する平行光に変換され、対物レンズ 56 によって絞られて対象物 58 に入射する。

【0015】 光学装置 50 の一例はレーザ光によって対象物 58 の切削加工を行うことのできるレーザ加工装置である。本発明では、光強度変換素子 10 はガウス型光強度分布を有する平行光を均一な強度分布を有する平行光に変換することができ、均一な強度分布を有する平行

光は対物レンズ 56 によってより小さな光のスポットに絞られることができる。従って、光学装置 50 をレーザ加工装置よりもより絞られたレーザ光を必要とする光学装置、好ましくは、光ディスク装置や顕微鏡装置等に使用可能である。

【0016】図 1 及び図 2 において、光強度変換素子 10 は、中心軸線 12 を有する透明なボディ 14 からなる。ボディ 14 は等方性屈折率を有する透明な材料（例えばガラス）で作られている。ボディ 14 は、中心軸線 12 に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面 16 と、第 1 の曲面表面 16 の反対側において同様に中心軸線 12 に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面 18 と、第 1 の曲面表面 16 と第 2 の曲面表面 18 との間に延びる円筒外周面 20 とを有する。この光強度変換素子 10 は、ガウス型光強度分布を有する平行光が、第 1 の曲面表面 16 からボディ 14 に入射するように形成されている。ボディ 14 を通過した光は第 2 の曲面表面 18 から出射する。

【0017】光強度変換素子 10 は、第 1 の曲面表面 16 に入射した入射光が、屈折により、ボディ 14 内の一部の領域においては発散し、ボディ 14 内の他の領域においては収束し、それによって入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として第 2 の曲面表面 18 から出射するように構成されている。光線の光路は互いに交わらないようになっている。

【0018】より詳細は、領域 Z においては、光強度変換素子 10 を通る光線の光路は互いに平行に延びている。領域 Z の内側の中心領域 X においては光線が発散し、そして、領域 Z の外側の周辺領域 Y においては光線が収束するようになっている。従って、図 1 の左端部に示されるガウス型光強度分布のうち、中心部にある強度

$$I_2 = P / w_2$$

中心軸線 12 から任意の入射点 A までの距離（半径）を  $r_1$ 、入射点 A を通る光線が出射する出射点を B とし、中心軸線 12 から出射点 B までの距離（半径）を  $r_2$  とする。光強度変換素子 10 を通る光路の長さ、すなわち入射点 A から出射点 B までの距離（以下光路長という）を  $L$  とする。中心軸線 12 上を通る光路長が  $L_0$  であ

$$r_2 = P_1 / I_2$$

ここで、使用する半導体レーザの拡がり角  $\theta$ （半値全角）を焦点距離  $f$  のコリメートレンズで平行光にしたとき、半径  $r_1$  の範囲の入射光の強度  $I_1$  は下記式（3）

$$I = \exp(-C \times [r_1]^2)$$

$$\text{ただし } C = \frac{\ln(2)}{(f \times \sin(\theta/2))^2}$$

【0024】式（3）を用いて、全光量  $P$  及び半径  $r_1$  の範囲内の光量  $P_1$  は下記式（4）、式（5）の関係で求まる。

の高い光線は光強度変換素子 10 を通ることにより発散して光強度変換素子 10 を出射するときに強度が低くなり、ガウス型光強度分布のうち、周辺部にある強度の低い光線は光強度変換素子 10 を通ることにより収束して強度が高くなる。こうして、ガウス型光強度分布を有する入射光は光強度変換素子 10 によって全体として均一な光強度分布をもつ出射光に変換される。

【0019】ボディ 14 は、中心軸線 12 を中心とする回転対称形状に形成される。例えば、ボディ 14 の第 1 の曲面表面 16 はリング状に隆起した部分 P を有する。このリング状に隆起した部分 P は中心軸線 12 を中心とする円上にある。第 1 の曲面表面 16 のリング状に隆起した部分 P の内側及び外側には、同心円状に窪んだ部分がある。第 2 の曲面表面 18 は、ラフには第 1 の曲面表面 16 と類似した形状を有し、第 1 の曲面表面 16 が隆起している部位では第 2 の曲面表面 18 は窪んでいる。第 2 の曲面表面 18 は第 1 の曲面表面 16 とは正確には対応しない。

【0020】この実施例では、光強度変換素子 10 は、入射口径  $w_1$  で入射するガウス型光強度分布の入射光を、出射口径  $w_2$  で均一な光強度分布で出射する出射光に変換するようになっている。入射口径  $w_1 >$  出射口径  $w_2$  の関係がある。図 1 の実施例では、 $w_1$  は 4.0 mm、 $w_2$  は 3.4 mm、後で説明する  $L_0$  は 1.5 mm であった。

【0021】次に、光強度変換素子 10 の製造方法について図 1 及び図 4 を参照して説明する。ここで、ガウス型光強度分布を有する入射光の全光量を  $P$ 、均一な光強度分布を有する出射光の光強度を  $I_2$  とする。入射する光量と出射する光量とが不変であるので、出射光の光強度  $I_2$  は下記式（1）で求まる。

$$(1)$$

る。

【0022】入射光のうち、中心から入射点 A を含む部分（半径  $r_1$  の円の範囲）の全光量を  $P_1$  とすると、 $r_2$  は下記式（2）で求まる。 $I_2$  は上記式（1）で求められる。

$$(2)$$

で求まる。

【0023】

【数 1】

$$(3)$$

【0025】

【数 2】

$$P_1 = \frac{\pi}{C} \times (1 - \exp(-C \times [r_1]^2)) \quad (4)$$

【0026】

【数3】

$$P = \frac{\pi}{C} \times (1 - \exp(-C \times [w_1/2]^2)) \quad (5)$$

【0027】式(1)の光強度 $I_2$ は下記式(6)のよう  
に表現される。

【0028】

【数4】

$$I_2 = \frac{P}{\pi \times (w_2/2)^2} \quad (6)$$

【0029】従って、式(2)は下記式(7)のよう  
に表現される。

【0030】

【数5】

$$r_2 = \sqrt{\frac{P_1}{\pi \times I_2}} \quad (7)$$

【0031】図4に示されるように、入射光及び出射光  
はともに平行光であるので、第1の曲面表面16に入射  
する入射光の角度 $\alpha$ は、第2の曲面表面18から出射す  
る出射光の角度 $\alpha$ と等しい。入射光の偏向角を $\beta$ 、光強  
度変換素子10のボディ14の屈折率を $n$ とする。スネ  
ルの法則から以下の式(8)、式(9)が導ける。

【数6】

$$\tan(\alpha) = \frac{n \times \sin(\beta)}{n \times \cos(\beta) - 1} \quad (8)$$

【0033】

【数7】

【0032】

$$\sin(\beta) = \frac{r_2 - r_1}{L} \quad (9)$$

【0034】式(8)の $\tan \alpha$ は、第1及び第2の曲面  
表面16、18の傾き量である。式(8)の $\tan \alpha$ を計  
算するため、式(9)で計算した $\beta$ を式(8)に代入す  
る。式(9)の計算は、式(7)の半径 $r_2$ と半径 $r_1$   
の関係、及び光路長 $L$ に仮定値を代入することにより行  
う。第1及び第2の曲面表面16、18の傾き量が計算  
できたら、傾きを連続させて曲面形状を得る。このため  
には、半径 $r_2$ が0の位置から半径 $r_2$ を増加させ、よ

って連続した曲面形状を得ることができる。ただし、下  
記する近似法を使用するとより有利である。

【0035】一般に、光強度変換素子10の第1及び第  
2の曲面表面16、18の表面形状は下記式(10)で  
示す非球面多項式で表現される。

【0036】

【数8】

$$Z = \frac{X^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times (X/R)^2}} + AX^4 + BX^6 + CX^8 + DX^{10} + \dots \quad (10)$$

【0037】ここで、 $X$ は半径方向の距離、 $Z$ は入射面  
の位置、 $R$ は中心での曲率半径、 $K$ は放物線定数であ  
る。この式(10)を半径で微分すると、半径に対する  
傾きの式になる。そこで、入射側の第1の曲面表面16  
の形状は、光強度変換素子10の開口半径( $w_1/2$ )  
までの各光線の半径値 $r_1$ に対する $\tan \beta$ の数値データ  
を式(8)、式(9)から計算し、式(10)の微分式  
で近似する。この多項式を、半径 $r_1$ について積分する  
ことで表面形状を表す式を得ることができる。

【0038】出射側の第2の曲面表面18の形状を求め  
る方法は2つある。第1の方法は、入射側の第1の曲面

表面16の形状の計算と同様に曲面の形状を $r_2$ で積分  
する方法である。この場合、上記したと同様に計算す  
ることができるので、詳細な説明は省略する。第2の方  
法は、入射側の曲面位置と、偏向方向 $\beta$ と、光路長 $L$ と  
から、出射側の第2の曲面表面18の形状を計算する方  
法である。この方法は、入射側で半径 $r_1$ のときの中心  
軸線12方向の位置を $z_1$ とし、出射側で半径 $r_2$ のと  
きの中心軸線12方向の位置を $z_2$ としたとき、下記式  
(11)により出射曲面位置を計算できる。

【0039】

【数9】

$$Z_2 = \frac{r_2 - r_1}{\tan(\beta)} + Z_1 \quad (11)$$

【0040】こうして計算した $z_2$ を使用して、式(10)で近似する。ところが、傾きを積分して求めた出射側の第2の曲面表面18の形状と、式(11)の計算により求めた出射側の第2の曲面表面18の形状とは、一般に一致しない。これは、傾きを積分して求められた式から計算される光路長 $L'$ と、仮定した光路長 $L$ とが異

$$L' = \sqrt{(r_2 - r_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2} \quad (12)$$

【0042】この半径 $r_1$ ごとに計算した $L'$ を新たな各半径 $r_1$ ごとの光路長 $L$ と定義しなおし、各半径 $r_1$ ごとの差分( $\Delta = L - L'$ ) $\approx 0$ に収束するまで、式

(8)以降の計算を繰り返す。このようにして光強度変換素子10の所望の形状を得ることができる。しかし、このようにして計算した光強度変換素子10をあらゆる微小光学系に一概に用いることはできない。それは平凸レンズと同様に、通過する光線によっては、光軸中心と端部との収差が発生するからである。そこで、光強度変換素子10のRMS(波面収差量)を計算し、RMS値が0.07 $\lambda$ 以下であれば、レイリ極限値を満たした理想的な光学素子であると言える。RMS値は入射光線全体についての光線光路差の面積的な平均値である。

【0043】RMS値を小さくするためには、光強度変換素子10の各半径を通過する光線の光路長が等しくなればよい。この実施例では、平行光を平行光に変換していることから、屈折による光線の偏向が小さいほど光路長の差は小さくなる。偏向方向を小さくするのは、即ち入射光線の入射角を小さくすることである。そこで、光強度変換素子10の強度変換有効領域内の絶対値が最小となる入射開口径と出射開口径の条件を選択したり、あるいは光強度変換素子10の肉厚を厚くするなどによってRMS値を小さくすることができる。また、同じ肉厚であれば、傾きの絶対値が小さい方が、RMS値は小さくなる。

【0044】ただし、近似式によっては、周辺部の近似が悪い場合がある。この場合、RMS値は面積的平均値であるため、周辺部は面積的に比重が大きくなるので、わずかな光線光路長の差でもRMS値が悪くなる。そこで、周辺部を遮光すると、RMS値を小さくできる。図1の光強度変換素子10の場合、曲面形状を10次の多項式で近似したところ、最大の波面収差は0.044 $\lambda$ であり、RMS値は0.012 $\lambda$ であった。

【0045】図1の実施例は、光強度変換素子10の中心の厚さ( $L_0$ )を1.5mmとし、入射口径 $w_1$ を4mm、出射口径 $w_2$ を3.4mmにしているが、同様の手法で、図5や図6のように、入射口径 $w_1$ と出射口径 $w_2$ との関係を変えることもできる。図5は、入射口径 $w_1$ と出射口径 $w_2$ が互いに等しく、4mmの例を示

なるためである。これらの光路長 $L'$ と、 $L$ とは本来一致しなければならない。そこで、傾きを積分して求めた入射側と出射側の式から、光強度変換素子10内の光路長 $L'$ を計算する。

【0041】

【数10】

す。 $L_0$ は1.5mmである。図6は、入射口径 $w_1$ が4mmで、出射口径 $w_2$ が5mmの例を示す。 $L_0$ は4mmである。図5及び図6においても、光強度変換素子10はガウス型光強度分布を有する平行光を均一な光強度分布を有する平行光に変換している。

【0046】図1と図5の光強度変換素子10の厚さは1.5mmであるが、図6の光強度変換素子10の厚さは4mmとしている。これは図6において1.5mmの厚さにすると、素子内の光線の一部が臨界角を越えてしまうため、素子の厚さを厚くして臨界角を越えないようにしたためである。図7は、半径 $r_2$ に対する曲面の傾きの関係を示すグラフを示す。実線曲線Hは入射口径>出射口径の場合であり、破線曲線Iは入射口径<出射口径の場合である。入射口径はともに4mmであり、実線曲線Hの出射口径は3.4mm、破線曲線Iの出射口径は5mmであった。このグラフより、傾きの絶対値を小さくできるのは、入射開口より出射開口を小さくした実線曲線Hの場合である。他の開口径の場合も同様で、傾きの絶対値を小さくできるのは、入射口径より出射口径を小さくしたときで、最も小さくなるのは、図7の実線曲線Hの底の位置(傾きが減少から増加に転じる位置①)傾きと、最周辺部の位置(位置②)の傾きの絶対値が等しいときである。

【0047】図8は他の実施例の光強度変換素子30を示す。光強度変換素子30は、中心軸線31に対して垂直方向の2軸方向で異なる屈折率( $n_0$ 、 $n_1$ )を有する複屈折材料の板32と、複屈折材料の板32の一方の屈折率と同じ屈折率 $n_0$ を有し、複屈折材料の板32を挟み込む板34、36とからなり、入出射面を垂直にした構造を有する。複屈折材料の板32は前の実施例の光強度変換素子10と同様の形状に形成され、一方の軸と一致した偏光が入射したとき(A)に光強度変換素子10と同様の光強度変換作用を行い、他方の軸と一致した偏光が入射したとき(B)に実質的に光強度変換作用を行わないようにしたものである。板34、36の表面は平坦であり、光強度変換素子30の取扱いを容易にする。

【0048】図8のような光強度変換素子30は、情報記録装置のような光学系(例えば光ディスク装置)では

特に有効である。すなわち、偏光が一方向に入射された場合には光変換作用が大きくて媒体に向かう光線をよく絞ることができ、媒体で反射した光は光変換作用を受けずに媒体上の情報をそのまま得ることができる。以上のことは、特に次元について言及していないが、1次元の光強度分布以外にも当然、図9のように2次元の強度分布をもつ入射光についても有効であることは述べるまでもない。また、平行光入射、平行光出射について述べたが、発散光入射、発散光出射についても同様に成立する。

【0049】図10は他の実施例の光強度変換素子40を示す。半導体レーザの強度分布は、楕円形状をしている。この楕円形状の光強度分布をもつ光線を任意の形状の光強度分布にするため、従来は真円補正用プリズムを使用し、光線をプリズムに斜めに入射させていた。そこでプリズムに代わり、図10のような光強度変換素子40を用いると、楕円状の光強度分布を真円状の光強度分布に変換でき、プリズムに斜めに入射するための不要な体積が減り、光学系の軽薄短小化が可能となる。

【0050】図11は、設計した光強度分布と異なる入射光が光強度変換素子10に入射したときの、出射光の強度分布を示す。ここで、広い光強度分布あるいは狭い光強度分布は、図12の曲線Q、Rで定義される。実線の曲線Qは点線の曲線Rよりもピークが高く、裾野が低い。この場合、点線の曲線Rは実線の曲線Qよりも広い光強度分布をもつものとする。

【0051】図11の直線Jは設計した通りの光強度分布の入射光が光強度変換素子10に入射したときの、出射光の強度分布である。曲線Kは設計した光強度分布より広い光強度分布をもつ入射光が光強度変換素子10に入射したときの、出射光の強度分布である。この場合、中心よりも周辺部の強度が強くなるお碗型強度分布となる。曲線Lは設計した光強度分布より狭い光強度分布をもつ入射光が光強度変換素子10に入射したときの、出射光の強度分布である。この場合、中心が高く、周辺部が低くなるドーム型強度分布となる。

【0052】図11のような光強度分布の入射光を絞った場合、お碗型、均一型、ガウス型強度分布の順にビームが絞れることが分かっている。そこで、半導体レーザのような広角でバラツキがあるような光源に強度均一にする光強度変換素子10を用いる場合、最も広角の狭い半導体レーザを用いたときの光強度分布で光強度変換素子10の設定を行い、光強度変換素子10からの出射光の光強度分布が最低でも均一で、通常はお碗型強度分布となるようにすると、ビーム集光性が改善できる。またこの光学系は真円補正プリズムが不要であり、光学装置の改善が行える。

【0053】また、中心軸線に垂直方向に移動がある光学部と不動な光学部がある光学系において、光強度変換素子は不動な光学部側にあつて、移動部側の開口径と移

動量の合成より広い出射口径を有するように構成することができる。こうすれば、移動部が移動しても、光強度変換素子は光強度変換された平行光を移動部を透過して供給することができる。

【0054】図13は光強度変換素子10を含む光ディスク装置60の例を示している。光ディスク装置60は図3の光学装置50と同様に、レーザ光源62と、コリメートレンズ64と、光強度変換素子10と、対物レンズ66とを備えている。光ディスク装置60はさらにビームスプリッタ68と、1/4波長板70と、トラッキングミラー72と、集光レンズ74と、受光素子76とを含む。

【0055】光強度変換素子10はコリメートレンズ64とビームスプリッタ68の間に配置されている。コリメートレンズ64と光強度変換素子10とは共通のフレームに搭載され、一体化されている。これによって、他のレンズ（例えば対物レンズ66）が移動する場合でも、移動レンズの光軸ずれによる収束性を補償するようになっている。

【0056】本発明はさらに次の特徴を含むものとすることができる。第1及び第2の曲面表面は回転対称形状を有する。第1及び第2の曲面表面が楕円状の光強度分布を円状の光強度分布に変換できる曲面からなる。ボディが中心軸線に対して2軸の光学軸を有する複屈折材料からなる。ボディが複屈折材料の光学軸の一方と同じ屈折率をもつ材料で挟み込まれ、光軸に対して垂直に加工した面をもつ。

【0057】光強度変換素子の縁部を遮光して波面収差を低下させる。所定の光強度分布をもつ入射光より広い光強度分布をもつ入射光を入射させることで、光強度分布の最縁部の強度が中心部より強い出射光を出射させる。中心軸線に垂直方向に移動がある光学部と不動な光学部がある光学系において、光強度変換素子は不動な光学部側にあつて、移動部側の開口径と移動量の合成より広い出射口径を有する。光強度変換素子が、該中心軸線に対して2軸の光学軸を有する複屈折材料と、複屈折材料の光学軸の一方と同じ屈折率をもち、該複屈折材料を挟み込む材料とからなり、該光強度変換素子をコリメートレンズの前に配置し、偏光方向を切り換えることで強度分布を変更し、ビーム径と強度分布を変更する。光源と、コリメートレンズと、光強度変換素子とを備え、コリメートレンズと光強度変換素子とを一体化していることを特徴とする光学装置。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、簡単な光強度変換素子を用いた光学装置は、光量損失がなく、高出力光に強く、収差も小さい、光強度分布も任意に制御が可能であるので、簡単に性能改善が可能となる。また、光強度変換素子は屈折を用いているので、損失が小さい。また、出射光の光強度分布と出射開口部の

形状を自由に設定できるので、光学装置の部品点数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例の光強度変換素子を示す図である。

【図 2】 図 1 の光強度変換素子を示す光入射側から見た正面図である。

【図 3】 光強度変換素子を含む光学装置を示す図である。

【図 4】 図 1 及び図 2 の光強度変換素子を製造する方法を説明する図である。

【図 5】 本発明の第 2 実施例の光強度変換素子を示す図である。

【図 6】 本発明の第 3 実施例の光強度変換素子を示す図である。

【図 7】 光強度変換素子の半径と表面の傾き量との関係を示す図である。

【図 8】 本発明の第 4 実施例の光強度変換素子を示す図である。

【図 9】 本発明の第 5 実施例の光強度変換素子を示す図である。

【図 10】 本発明の第 6 実施例の光強度変換素子を示す図である。

【図 11】 所定の光強度分布と異なった光強度分布の入

射光を光強度変換素子に入射させた場合の出射光の光強度分布を示す図である。

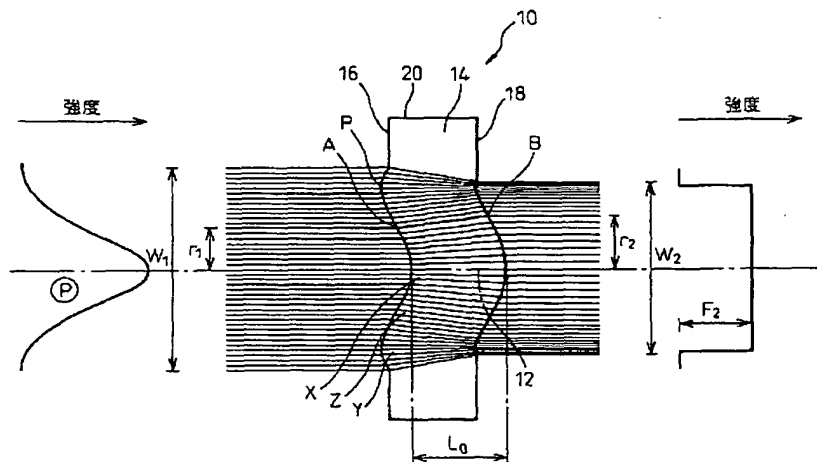
【図 12】 図 11 において使用される広い光強度分布を定義するための図である。

【図 13】 光強度変換素子を含む光ディスク装置を示す図である。

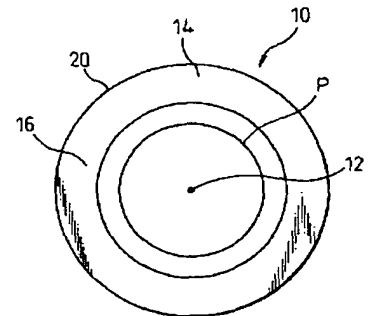
【符号の説明】

- 10…光強度変換素子
- 12…中心軸線
- 14…ボディ
- 16…第 1 の曲面表面
- 18…第 2 の曲面表面
- 20…外周面
- 30…光強度変換素子
- 32…複屈折材料の板
- 34、36…板
- 40…光強度変換素子
- 50…光学装置
- 52…レーザ光源
- 54…コリメートレンズ
- 56…対物レンズ
- 58…対象物
- 60…光ディスク装置

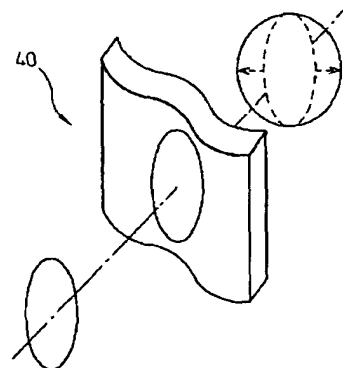
【図 1】



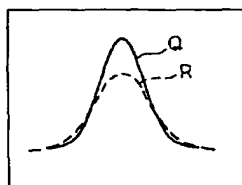
【図 2】



【図 10】

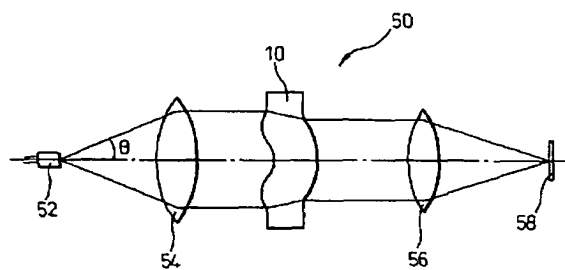


【図 12】

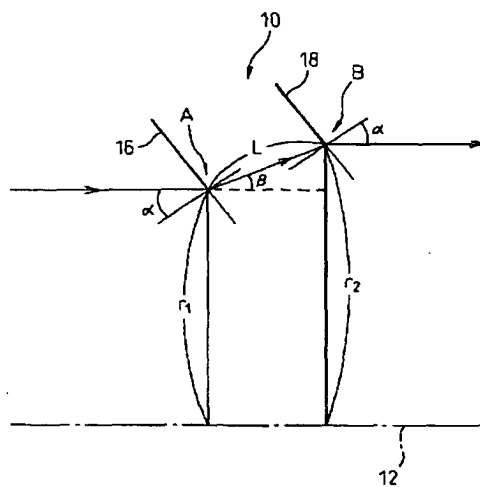




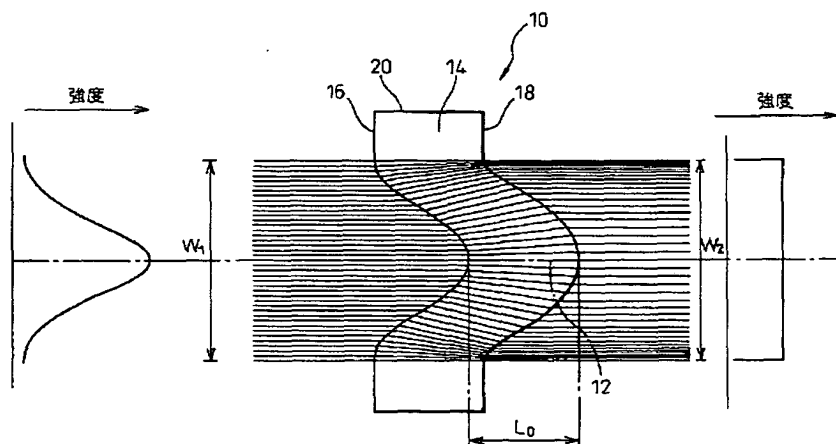
【図 3】



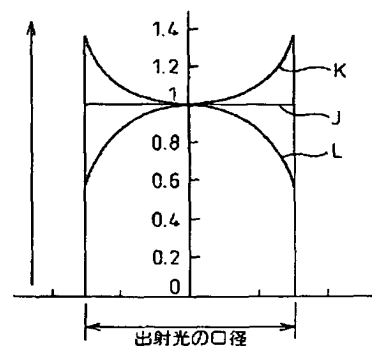
【図 4】



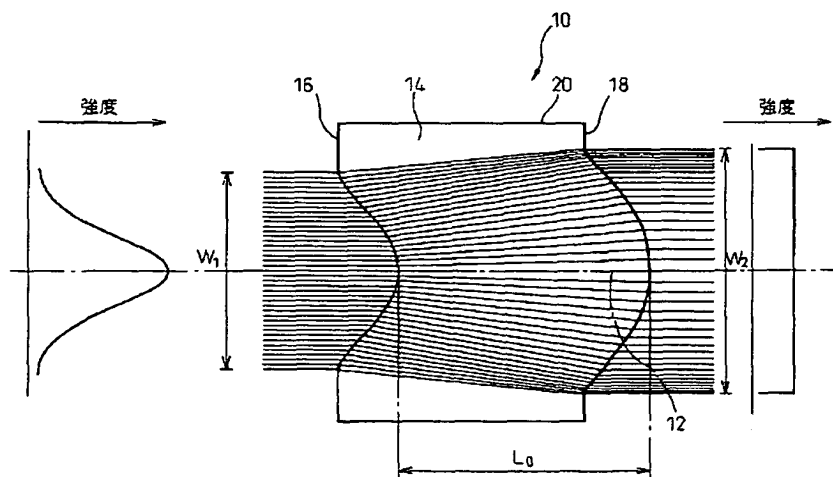
【図 5】



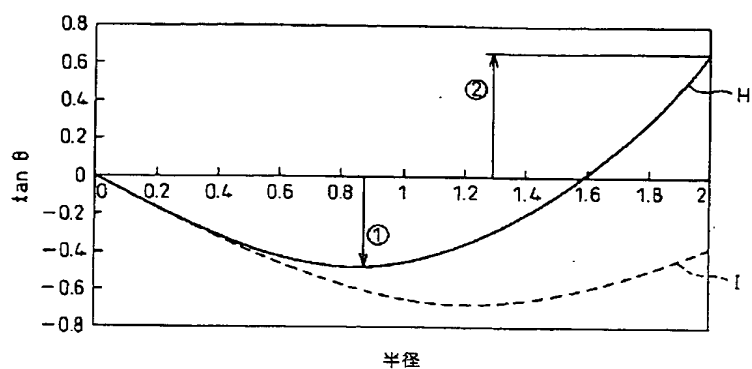
【図 1 1】



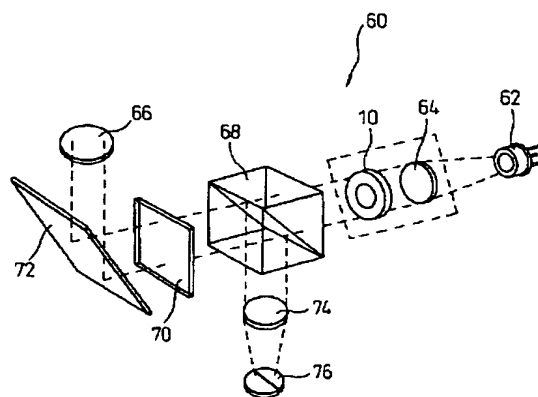
【図 6】



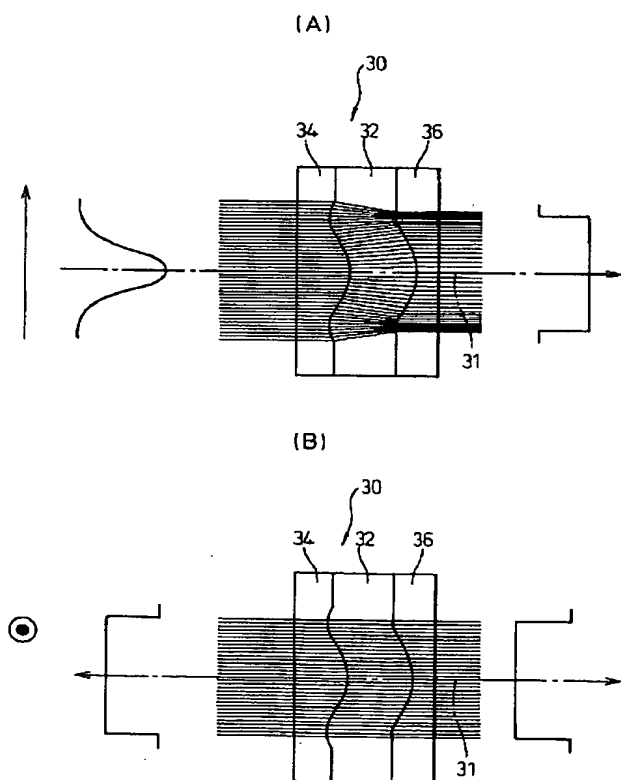
【図 7】



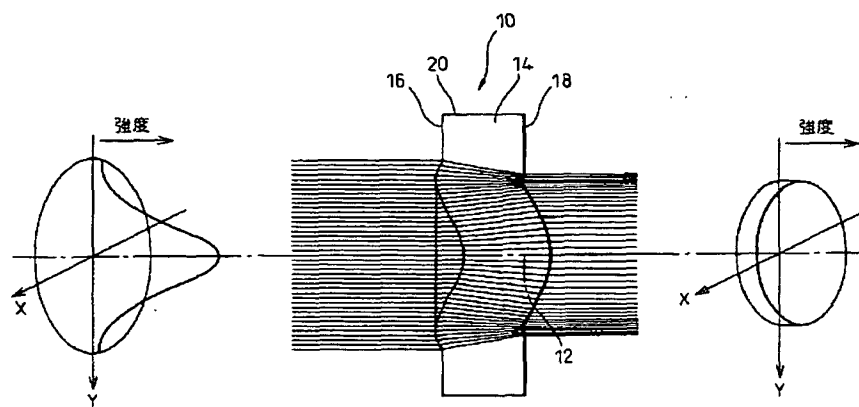
【図 13】



【図 8】



【図 9】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 14 年 4 月 10 日 (2002. 4. 10)

【公開番号】特開平 11-258544

【公開日】平成 11 年 9 月 24 日 (1999. 9. 24)

【年通号数】公開特許公報 11-2586

【出願番号】特願平 10-57003

【国際特許分類第 7 版】

G02B 27/09

13/00

13/18

G11B 7/135

【F I】

G02B 27/00 E

13/00

13/18

G11B 7/135 A

【手続補正書】

【提出日】平成 14 年 1 月 7 日 (2002. 1. 7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディで構成され、該ボディは、該第 1 の曲面表面から入射したガウス型光強度分布をもつ入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射した際の屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なったほぼ均一な光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するように構成されることを特徴とする光強度変換素子。

【請求項 2】 該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該ボディ内の該中心軸線のまわりの中心領域においては発散し、該ボディ内の周辺領域においては収束するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 3】 該第 1 及び第 2 の曲面表面において、傾きが增大から減少又は減少から増大に転じる点の傾き量と最周辺部の傾き量の符号が互いに逆で絶対値がほぼ同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 4】 該ボディの厚さが入射光に対する出射光の波面収差の RMS 値が  $0.07\lambda$  以下にする厚さであ

ることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 5】 該ボディの微小領域を通過する光に関して、該ボディに入射する角度と出射する角度とが同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 6】 光軸から任意の距離 ( $r_1$ ) にある入射点 (A) を通る光線が出射する出射点 (B) の光軸からの距離 ( $r_2$ ) を、光軸から前記任意の距離 ( $r_1$ ) までの範囲にある入射側の光量  $P_1$  を入射光の全光量を出射光の所定の面積で割って得た強度  $I$  で割ることで求め、そして、入射点 (A) と出射点 (B) の直線距離 ( $L$ ) を仮に与えることで、入射点 (A) を通る光線の偏向方向を決め、屈折の法則から入射点 (A) と出射点 (B) 点を通る面の傾きを決め、こうして決めた入射点 (A) と出射点 (B) 点を通る面の傾きを該中心軸線からの半径方向の距離で積分することで入射側と出射側の曲面を決め、次に入射側の曲面と各任意の距離 ( $r_1$ ) での偏向方向と仮に決めた距離 ( $L$ ) より出射側の曲面を求め、積分による出射側の曲面と入射面から求めた出射側の曲面が一致するように各任意の距離 ( $r_1$ ) 毎の距離 ( $L$ ) を変更し、再度入射面の傾きを求め直すことを繰り返し、距離 ( $L$ ) を収束させる、該ボディの第 1 及び第 2 の曲面表面の形状が以上のようにして決定されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 7】 光源と、コリメートレンズと、光強度変換素子と、対物レンズとを備え、該光強度変換素子は、中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周

面とを有するボディで構成され、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射した際の屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するようにしたものであり、コリメートレンズと光強度変換素子とを一体化することで、可動対物レンズの光軸ずれによる収束性を補償することを特徴とする光学装置。

【請求項 8】 光源と、コリメートレンズと、光強度変換素子と、ビームスプリッタと、対物レンズとを備え、該光強度変換素子は、中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディで構成され、該第 1 の曲面表面から入射した入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射した際の屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なった光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するようにしたものであり、ビームスプリッタとコリメートレンズの間に光強度変換素子を配置することを特徴とする光学装置。

【請求項 9】 入射光の入射口径 ( $w_1$ ) が出射光の出射口径 ( $w_2$ ) よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 10】 該第 1 の曲面表面は、中心軸線のまわりにリング状に隆起した部分 (P) と、該リング状に隆起した部分の内側及び外側に同心円状に窪んだ部分とを有し、入射光の入射口径 ( $w_1$ ) が出射光の出射口径 ( $w_2$ ) よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の光強度変換素子。

【請求項 11】 光源と、光強度変換素子とを備え、該光強度変換素子は、中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディで構成され、該ボディは、該第 1 の曲面表面から入射したガウス型光強度分布をもつ入射光が、該第 1 の曲面表面から該ボディに入射した際の屈折により、該ボディ内の一部の領域においては発散し、該ボディ内の他の領域においては収束し、入射光の光強度分布とは異なったほぼ均一な光強度分布として該第 2 の曲面表面から出射するように構成されることを特徴とする光学装置。

【請求項 12】 入射光の入射口径 ( $w_1$ ) が出射光の

出射口径 ( $w_2$ ) よりも大きいことを特徴とする請求項 11 に記載の光学装置。

【請求項 13】 該第 1 の曲面表面は、中心軸線のまわりにリング状に隆起した部分 (P) と、該リング状に隆起した部分の内側及び外側に同心円状に窪んだ部分とを有し、入射光の入射口径 ( $w_1$ ) が出射光の出射口径 ( $w_2$ ) よりも大きいことを特徴とする請求項 11 に記載の光学装置。

【請求項 14】 中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディで構成され、該ボディは、光が該第 1 の曲面表面において該ボディに入射し、該第 1 の曲面表面は周辺部にリング状に隆起した部分と、該リング状に隆起した部分の内側及び外側に同心円状に窪んだ部分とを有し、入射光が屈折により該ボディの中心部において発散し、該ボディの周辺部において収束するように構成されることを特徴とする光強度変換素子。

【請求項 15】 光源と、光強度変換素子とを備え、該光強度変換素子は、中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディで構成され、該ボディは、光が該第 1 の曲面表面において該ボディに入射し、該第 1 の曲面表面は周辺部にリング状に隆起した部分と、該リング状に隆起した部分の内側及び外側に同心円状に窪んだ部分とを有し、入射光が屈折により該ボディの中心部において発散し、該ボディの周辺部において収束するように構成されることを特徴とする光学装置。

【請求項 16】 光源と、コリメートレンズと、光強度変換素子と、対物レンズとを備え、該光強度変換素子は、中心軸線に対して横方向に延びる第 1 の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第 2 の曲面表面と、該第 1 の曲面表面と該第 2 の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディで構成され、該ボディは、光が該第 1 の曲面表面から入射し、該第 1 の曲面表面は周辺部にリング状に隆起した部分と、該リング状に隆起した部分の内側及び外側に同心円状に窪んだ部分とを有し、入射光が屈折により該ボディの中心部において発散し、該ボディの周辺部において収束するように構成されることを特徴とする光学装置。

【請求項 17】 請求項 11～16 のいずれかに記載の光学装置を備えてなる情報記憶装置。